

## ⑫ 特 許 公 報 ( B 2 )

昭 63 - 20105

⑪ Int. Cl. 4

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公告 昭和63年(1988)4月26日

H 02 K 21/08  
21/467154-5H  
7154-5H

発明の数 1 (全5頁)

⑬ 発明の名称 永久磁石式同期電動機の回転子

⑮ 特 願 昭55-154693

⑯ 公 開 昭57-80252

⑰ 出 願 昭55(1980)11月5日

⑱ 昭57(1982)5月19日

⑲ 発 明 者 笹 本 久 弥 茨城県日立市幸町3丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内  
⑲ 発 明 者 宮 下 邦 夫 茨城県日立市幸町3丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内  
⑲ 発 明 者 猿 田 彰 千葉県習志野市東習志野七丁目1番1号 株式会社日立製作所習志野工場内  
⑲ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地  
⑲ 代 理 人 弁理士 高橋 明夫 外1名  
審 査 官 倉 地 保 幸  
⑲ 参 考 文 献 特開 昭57-31362 (J P, A)

1

2

## ⑳ 特許請求の範囲

1 回転子鉄心の表面に磁極に係る永久磁石を装着したものにおいて、その隣接磁極間へ当該永久磁石と等径上に、1個以上の、鉄心中にかご形導体を埋め込んだ部分を分散配置し、さらに各磁極を分割して、該分割部にも等径上に、鉄心中にかご形導体を埋め込んだ部分を装備せしめたことを特徴とする永久磁石式同期電動機の回転子。

2 特許請求の範囲第1項記載のものにおいて、各磁極を中央で分割し、その分割部に鉄心中にかご形導体を埋め込んだ部分を装備せしめたものである永久磁石式同期電動機の回転子。

3 特許請求の範囲第1項記載のものにおいて、各磁極をその中央より片寄せたところで分割し、その分割磁極間に装備するかご形導体を埋め込んだ鉄心部の中心軸を当該永久磁石極の中心よりずらせたものである永久磁石式同期電動機の回転子。

## 発明の詳細な説明

本発明は、永久磁石式同期電動機の回転子に係るもので、永久磁石を用いた同期電動機の回転子で、始動特性がよく、かつ生産性のよい永久磁石式同期電動機の回転子に関するものである。

従来、自己始動形永久磁石式同期電動機としては、誘導電動機と同様のかご形二次導体を有する回転子鉄心の内部に永久磁石を埋め込んだ構成のものが用いられている。

そして、このかご形導体により誘導電動機作用で始動し、同期引き入れを行なったのち、永久磁石の磁束を利用して同期運転されるものである。

このような永久磁石式同期電動機の回転子は、たとえば、従来例による永久磁石式同期電動機の回転子の断面図である第1図、およびそのA-A線に沿う断面図である第2図に示すように構成されている。

すなわち、図において、1は回転子鉄心で、その表面に近い内周側に始動用のかご形導体2を有し、このかご形導体2のさらに内側には永久磁石3が設けられている。

また、4は、永久磁石3の磁束漏洩防止用の切り抜き部で、5は、軸方向かしめ用のボルト、6は、かご形導体2を全周にわたって短絡するエンドリングである。

さらに、7は、回転子鉄心1を軸方向に締めつけるとともに、エンドリング6の外部飛び出しを防止するための当て板であり、8は回転軸で、上

記回転子鉄心 1 に固く嵌合され、図示しないベアリングなどで回転自在に取り付けられるものである。

なお、d 軸は、磁極における一極の真ん中、つまり中心を貫ぬく軸線、q 軸は、一極と他の一極との間の中心を貫ぬく軸線を示すものである。

しかしながら、上述のような従来構造のものは、永久磁石 3 を回転子鉄心 1 の内部に埋め込まなければならないため、その磁石面積を得るためには、必然的に回転子外径を大きくする必要があり、寸法的に大きくなってしまうという欠点があった。

また、回転子の組立上も、積層すべき鉄心に予め磁石装着用空間を打抜いておき、その必要数を積層したものに、あとから永久磁石を挿入しなければならない、製作上多くの時間と労力とを要し、したがって生産性が悪く高価なものとなる欠点があった。

なお、上記のような欠点を補う対策として、第 2 図に示すかご形導体 2 を有する回転子鉄心 1 の内部に永久磁石 3 を埋め込む代りに、当該鉄心の表面に円弧状永久磁石を貼り付けることが知られているが、その製作工程は容易になるものの、実質空隙長が大きくなり、特性が大幅に低下してしまうという欠点を有するものである。

上述のような諸欠点に対処する新たな技術思想に係るものとして、さらに第 3 図に示すような構成の回転子を、本発明者らがさきに開発した。

すなわち、第 3 図は、その永久磁石式同期電動機の回転子における第 1 図 A-A 線に相当する断面図であり、1 A は回転子鉄心、2 A はかご形導体、3 A-1、3 A-2 は永久磁石、8 A は回転軸、9 A は鉄心部であり、d、q 軸は第 2 図と同様である。

本構成に係るものは、永久磁石 3 A-1、3 A-2 が回転子鉄心 1 A の表面に接着などの方法により固着されて、磁極を形成するものである。

なお、図示のものは 4 極に係る場合を示しているもので、永久磁石 3 A-1、3 A-2 は、図示のごとく交互に N、S 極に着磁されているものである。

また、かご形導体 2 A は、隣接する磁極に係る当該永久磁石 3 A-1、3 A-2 間へ等径に配置して設けられたものであり、図示のものは、1 箇

所に 2 個ずつ設けられているが、これは 1 個以上であればよく、始動トルクは該かご形導体の数によつて制御できるものである。

なお、このような回転子は、通常のかご形誘導電動機用の回転子の表面に、各永久磁石を装着する溝を切り欠いて製作してもよく、もちろん、第 3 図に示すような回転子鉄心 1 A を予め打抜き、これを積層して組立ててもその効果は変わらない。

そして、かご形導体 2 A は、誘導電動機用かご形巻線と同様に、銅、アルミニウムなどの良導電性の材質で作られ、特にアルミニウムの場合、ダイカストで作ることができる。

すなわち、上記構成のものは、隣接磁極に係る永久磁石 3 A-1、3 A-2 間に、それらの各永久磁石と等径上に、鉄心部 9 A 中にかご形導体 2 A を埋め込んだ部分が分散配置されているため、かご形導体 2 A を用いての誘導電動機作用としての始動時においても、磁束は鉄心部 9 A を通じて、かご形導体 2 A に有効的に交差するから、良好な始動特性を得ることができるものである。

また、各永久磁石が回転子表面に設けられているから、製作工程上簡単になり、組み立ても容易で、生産性よく安価な永久磁石式同期電動機の回転子および当該電動機を得ることができるものである。

このように、第 3 図に示すものは、さきの第 1 図に示す従来例のものに比べ、その多くの欠点を解消しうるものであるが、このものは、なお次のような欠点を有し十全なものとは称しえないものである。

すなわち、第 3 図における、図示しない固定子の主励磁極と、図中 d 軸で表わした、各永久磁石の中心を貫ぬく、回転子直軸とが一致した位置で停止した際の始動トルクが低下するという欠点を有するものである。

本発明は、上述した従来技術および、さきに開発したものにおける欠点を解消し、永久磁石とかご形導体とを等径上に分散配置するようにし、かつ、各磁極を分割した部位にも同一態様でかご形導体を装備し、その組立てを容易にして生産性を向上させるとともに、良好な始動特性を有する永久磁石式同期電動機の回転子の提供を、その目的とするものである。

本発明に係る、永久磁石式同期電動機の回転子

の構成は、回転子鉄心の表面に磁極に係る永久磁石を装着したものである。その隣接磁極間へ当該永久磁石と等径上に、1個以上の、鉄心中心にかご形導体を埋め込んだ部分を分散配置し、さらに各磁極を分割して、該分割部にも等径上に、鉄心中心にかご形導体を埋め込んだ部分を装備せしめたものである。

次に、本発明に係る各実施例を図面に基づいて説明する。

まず、第4図は、本発明の一実施例に係る永久磁石式同期電動機の回転子の第3図と同様の断面図である。

図において、1Bは回転子鉄心、2B-1、2B-2は、かご形導体、3B-1a、3B-1b、3B-2a、3B-2bは、それぞれ、分割された磁極に係る永久磁石、8Bは回転軸、9Bは鉄心部であり、d、q軸はさきに述べたと同様である。

しかし、本実施例がさきの第3図に示すものと異なる点は、一極分永久磁石の中央を分割し、ここに別のかご形導体を装備するようにした点にある。

すなわち、3B-1a、3B-1b、3B-2a、3B-2bは、それぞれ中央で分割された永久磁石であり、これらの中間に、かご形導体2B-1と同様のかご形導体2B-2を対称的に設けるようにしたものである。

さらに、その構成を詳述すると、隣接磁極に係る、さきの第3図に述べた永久磁石3A-1、3A-2に相当するものの間へ、これらの永久磁石と等径上に、1個以上の、回転子鉄心1B中心にかご形導体2B-1、2B-2を埋め込んだ部分を分散配置し、さらに、上記各磁極を分割して、その分割部である永久磁石3B-1aと3B-1bとの間、3B-2aと3B-2bとの間などへも、これらの永久磁石と等径上に、回転子鉄心1B中心にかご形導体2B-1、2B-2を埋め込んだ部分を装備せしめるようにして、第4図に示す全体構成としたものである。

このように構成することにより、特に、始動時においては、固定子側からの回転磁界によつて誘導機として回転するものであるが、かご形導体部分は鉄心に囲まれており、この鉄心の比誘導率は、永久磁石すなわち空気と同様の比誘導率 $\mu_s =$

1のものとは大きく異なるから、かご形導体部分へ磁束が集中する現象が生じ、かご形導体と、より多く鎖交して、効率よい始動が行えるものである。

また、さきに述べた、第3図のものにおける、図示しない固定子の主励磁極と、そのd軸で表わした回転子直軸とが一致した位置で停止した際の始動トルクが低下するという欠点を解消する効果があるとともに、図中q軸で表わした横軸と前記直軸との相対関係を同等にすることができ、直軸リアクタンス $X_d$ と横軸リアクタンス $X_q$ とを一致させることができるものである。

このことは、また、回転子表面における磁束分布の不均衡を緩和することになるから、特性向上が得られるという効果をあわせ有するものである。

次に、第5図は、本発明の他の実施例に係るものの第4図と同態様の断面図である。

図において、第4図と同一符号の部分は同等部分を示し、3C-1a、3C-1b、3C-2a、3C-2bは、磁極に係るそれぞれ分割された永久磁石である。

しかし、本実施例が、第4図に示す実施例と異なるのは、一極分の永久磁石を分割する点を、当該磁石の周方向中央部ではなく、一方に片寄せた点にある。

すなわち、永久磁石3C-1a、3C-1bあるいは3C-2a、3C-2bと、かご形導体2B-1、2B-2との相互位置関係を非対称とならしめた点にある。

本実施例では、分割した永久磁石3C-1a、3C-1b、3C-2a、3C-2bの中間部にあるかご形導体2B-2間の中心軸P-Pは、直軸(d軸)と図示のごとく $\alpha$ 度だけずれている。

これにより、本実施例においては、回転子表面の磁束の整数関係をずらせる、すなわち、もとの磁束分布における整数分割分布をずらせる、ことによつて、発生磁束高調波成分の次数をずらせることができるから、整数分布の対称的位置にある場合に発生しやすい高調波成分によるブレーキトルクを減少することができ、トルク特性を向上する効果が得られるものである。

第6図は、本実施例による特性向上の改善例を示す特性図であつて、その対称的位置にある場合

のイのように始動特性が、対称軸をずらせることにより同図ロのような良好な始動特性として実測されたものである。

以上、上記各実施例によれば、永久磁石をかご形導体と等径上に外側から装着することができるから組立てが容易となつて生産性を向上せしめるものであり、また磁石面積を大にすることができ、かつかご形導体の実質的空隙長の増加率を低減することができる点を含んで、その始動特性も良好にすることができる効果がある。

なお、上記の各実施例においては、同一極永久磁石の分割部は1箇所の例を示したが、これに限定されるものではなく、1箇所以上任意の数の箇所とすることができ、同等の効果を所期しうるものである。

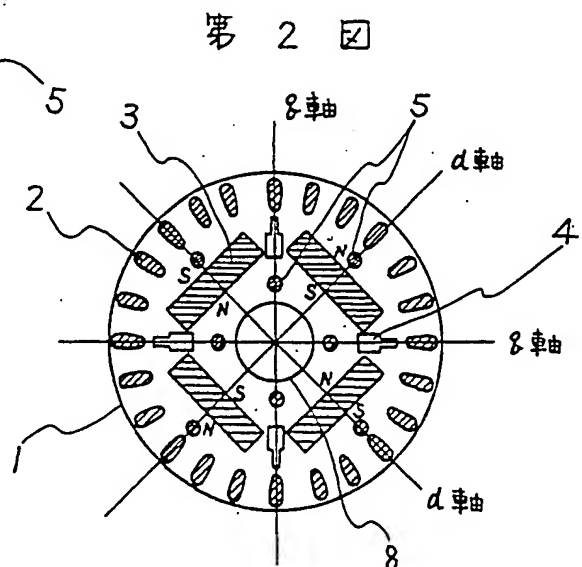
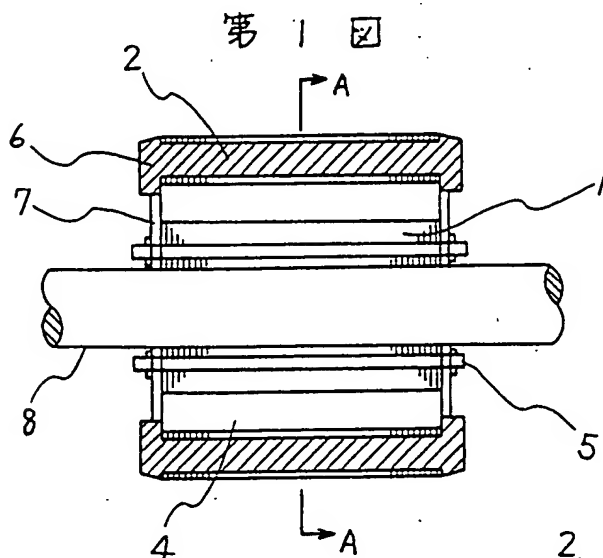
また、各実施例においては、4極形のものについて説明したが、それ以外の極数を有する同期電動機に係る回転子にも、もちろん適用できるものである。

以上に述べたところをも総合して、本発明によるときは、始動特性がよく、かつ生産性のよい永久磁石式同期電動機の回転子を得ることができるものであり、すぐれた発明といえることができる。

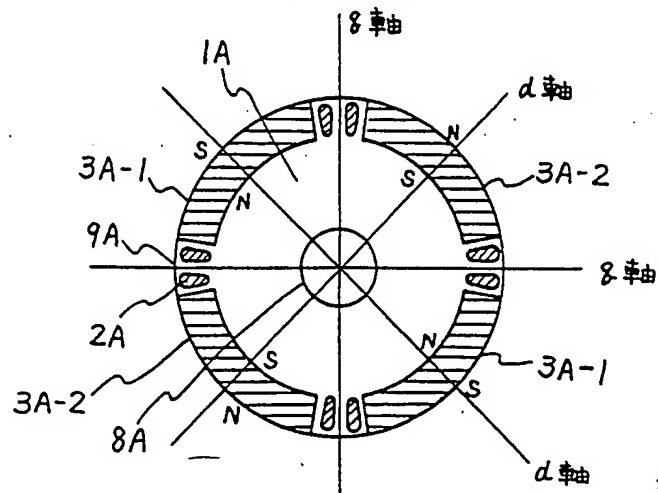
#### 5 図面の簡単な説明

第1図は、従来例による永久磁石式同期電動機の回転子の断面図、第2図は、そのA-A線に沿う断面図、第3図は、さきに開発した永久磁石式同期電動機の回転子における第1図のA-A線に相当する断面図、第4図は、本発明の一実施例に係る永久磁石式同期電動機の回転子の第3図と同様の断面図、第5図は、本発明の他の実施例に係るものの第4図と同様の断面図、第6図は、その特性向上の改善例を示す特性図である。

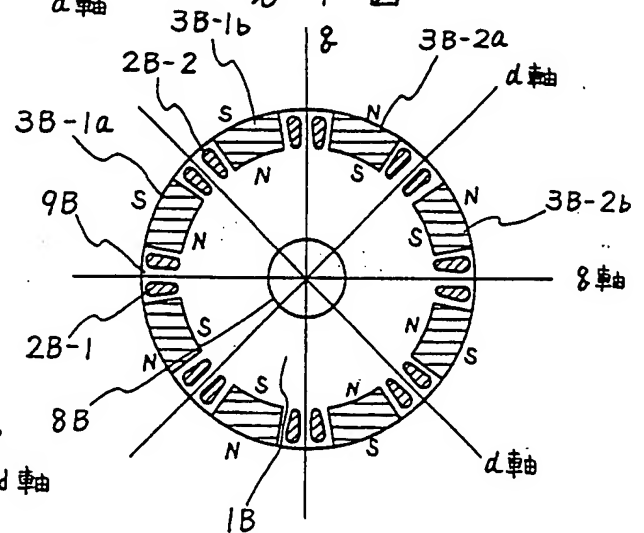
15 1B, 1C……回転子鉄心、2B-1, 2B-2……かご形導体、3B-1a, 3B-1b, 3B-2a, 3B-2b, 3C-1a, 3C-1b, 3C-2a, 3C-2b……永久磁石、8B……回転軸、9B……鉄心部。



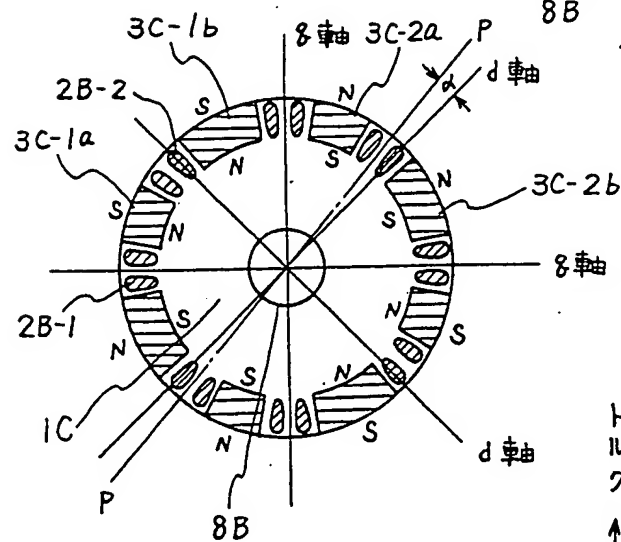
第 3 図



第 4 図



第 5 図



第 6 図

